



BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG

# Deckblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	Seite: I
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	55212000	HF	RZ	0009	00	Stand: 19.09.2016

Titel der Unterlage:

ERKUNDUNG SCHACHT 5 - UNTERTÄGIGE ERKUNDUNGSBOHRUNGEN 574-M-SOHLE -  
GERICHTETES BOHRLOCHRADAR - FELDBERICHT

Ersteller:

Asse-GmbH (DMT GmbH)

Stempelfeld:

bergrechtlich verantwortliche  
Person:

atomrechtlich verantwortliche  
Person:

Projektleitung:

Freigabe zur Anwendung:

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der BGE.



Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: II
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	55212000	HF	RZ	0009	00	

Titel der Unterlage:  
ERKUNDUNG SCHACHT 5 - UNTERTÄGIGE ERKUNDUNGSBOHRUNGEN 574-M-SOHLE -  
GERICHTETES BOHRLOCHRADAR - FELDBERICHT

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer	Rev. Seite	Kat.*	Erläuterung der Revision

\*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur  
Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung  
Kategorie S = substantielle Änderung  
mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden



PT027070

Stand: 19.09.2016

Blatt: 1

**DECKBLATT**

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55210000	GEO	HF	BW	0015	00

Kurztitel der Unterlage:

EBrg. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 1. Messabschnitt - 50 MHz

Ersteller / Unterschrift:

DMT GmbH, Essen

Prüfer / Unterschrift:

Titel der Unterlage:

**Erkundung Schacht 5**

**Untertägige Erkundungsbohrungen**

**574-m-Sohle**

**Gerichtetes Bohrlochradar**

**Feldbericht**

Freigabevermerk:

Freigabedurchlauf

Fachbereich:  
Technische Planung

Stabsstelle Qualitätsmanagement:

Endfreigabe:  
Geschäftsführung Asse-GmbH

0 Unterschrift

Unterschrift

U Unterschrift



Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55210000	GEO	HF	BW	0015	00	


  

EBrg. 574-3, Feldbericht 3D-Bohrlochradar, 1. Messabschnitt - 50 MHz	Blatt: 3
--	----------

## Inhaltsverzeichnis

Blatt

Deckblatt.....	1
Revisionsblatt .....	2a
Inhaltsverzeichnis .....	3
Freigabeblatt.....	4
1 Einleitung .....	5
2 Durchführung der Messungen mit der 50 MHz Sonde.....	5
2.1 Informationen zum Bohrloch und zur Messumgebung.....	5
2.2 Messaufbau.....	5
2.3 Messablauf.....	6
2.4 Qualitätskontrolle.....	6
3 Messdaten .....	6
3.1 Datenaufbereitung.....	6
3.2 Datenübergabe.....	7
4 Zusammenfassung.....	7
<b>Verzeichnis der Anhänge</b>	
Anhang 1: Sondengeometrien: Profil P50 .....	8
Anhang 2: Messprotokoll .....	9
<b>Tabellenverzeichnis</b>	
Tabelle 1: Informationen zu den Messprofilen der Messfrequenz 50 MHz.....	7
<b>Anzahl der Blätter dieses Dokumentes .....</b>	<b>9</b>

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55210000	GEO	HF	BW	0015	00	
EBrg. 574-3, Feldbericht 3D-Bohrlochradar, 1. Messabschnitt - 50 MHz							Blatt: 4



**DMT GmbH & Co. KG**  
 Geo Engineering & Exploration  
 Am Technologiepark 1, 45307 Essen  
 Tel. +49 201 172-1979  
 Fax +49 201 172-1971  
 www.dmt-group.com

**Bearbeiter / Ersteller:**

**eigenhändige Unterschrift**

**Essen, 19.09.2016**

**Freigabe:**

**eigenhändige Unterschrift**

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55210000	GEO	HF	BW	0015	00	

EBrG. 574-3, Feldbericht 3D-Bohrlochradar, 1. Messabschnitt - 50 MHz	Blatt: 5
--	----------

## 1 Einleitung

Im Rahmen der Untersuchungen eines möglichen Standorts für den Schacht Asse 5 wurden geophysikalische Verfahren, hier das 3D-Radar-Verfahren, in der horizontalen Erkundungsbohrung EBrG.574-3 eingesetzt. Ziel der Radarerkundung ist die Bestimmung der räumlichen Lage von Schichtgrenzen und von möglichen lokalen Strukturen oder Anomalien innerhalb des Salzes. Die Untersuchungen umfassen zwei unterschiedliche Erkundungsbereiche.

Für die Untersuchung des Fernbereichs wurde von der DMT GmbH & Co. KG (DMT) eine 50 MHz-Sonde eingesetzt. Der Nahbereich wurde mit einer hochauflösenden Radarsonde mit einer Messfrequenz von 250 MHz untersucht.

Der Einsatz der unterschiedlichen Messfrequenzen gewährleistet ein Optimum an Auflösung und Reichweite im Rahmen der Erkundungsmaßnahmen.

Der hier vorliegende Feldbericht beschreibt ausschließlich die Messdurchführung mit der 50 MHz Sonde.

## 2 Durchführung der Messungen mit der 50 MHz Sonde

Das Messequipment der DMT GmbH & Co. KG (DMT) wurde am 30.8.2016 an der Schachanlage Asse II angeliefert, anschließend freigemessen und nach untertage transportiert. Die Messungen mit dem richtungssensitiven 3D-Bohrlochradar in der Erkundungsbohrung EBrG.574-3 wurden am 30.8.2016. Das Equipment wurde anschließend zusammengepackt und für den Transport nach überstage vorbereitet. Die Abholung der Messgeräte fand am 31.8.2016 statt.

### 2.1 Informationen zum Bohrloch und zur Messumgebung

Der Bohransatzpunkt der Erkundungsbohrung EBrG.574-3 befand sich auf der 574-m-Sohle. Als „Nullpunkt der Teufenberechnung“ wurde vom Auftraggeber die Ortsbrust angegeben; d.h. alle Teufenangaben beziehen sich auf den Bohransatzpunkt an der Ortsbrust. Zur Orientierung während der Messung selbst diente ein Bezugspunkt am Bohrgerät. Dieser Bezugspunkt befand sich 4,10 m vor der Ortsbrust (Profilposition -4,10 m). Die Verrohrung reichte bis etwa 20,70 m in das Salz hinein (Profilposition 20,80 m).

### 2.2 Messaufbau

Eingesetzt wurde ein richtungssensitives Bohrlochradarsystem mit der Mittenfrequenz 50 MHz zur Untersuchung des Fernbereiches. Der geometrische Aufbau der Radarsonde während der Messung ist dem Anhang 1 zu entnehmen. Der Abstand zwischen Sende- und Empfangsantenne (Offset) betrug 3,56 m. Während der Messung wurde die jeweilige Sondenposition in Bezug auf die Systemmitte aufgezeichnet. Der Abstand zwischen Sondenspitze und Mittelpunkt zwischen Sende- und Empfangsantenne (Systemmitte) betrug 3,09 m.

Es wurde ein Messpunktabstand von 0,50 m gewählt, um eine hohe Datenüberdeckung entlang der Bohrung und folglich ein möglichst hohes laterales Auflösungsvermögen erzielen zu können. Die Radardaten wurden in zwei Zeitfenstern mit unterschiedlichen Messparametern (Länge der Zeitfenster, Verstärkung, Stapelrate) registriert. Die einzelnen Parameter der Messung sind dem Anhang 1 zu entnehmen.

Vor Beginn der Datenerfassung wurden die einzelnen Segmente der richtungssensitiven Radarsonde in das Bohrloch eingeführt und aneinander montiert. Die Radarsonde wurde mit einem Schubgestänge händisch zur Startposition von 182,90 m (Systemmitte) geschoben. Das Verfahren der Sonde selbst erfolgte über die Betätigung einer Kabelwinde mit automatischer Steuerung.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55210000	GEO	HF	BW	0015	00



EBrg. 574-3, Feldbericht 3D-Bohrlochradar, 1. Messabschnitt - 50 MHz	Blatt: 6
--	----------

### 2.3 Messablauf

Die Messung erfolgte insgesamt in einem Einzelprofil. Der Messabschnitt reicht vom Endbereich des Standrohrs (Teufenmeter 20,70 m) bis Teufenmeter 182,90 m (Signaldämpfung durch Lauge). Insgesamt wurde der zu untersuchende Messabschnitt durch die zwei Einzelprofile vollständig abgedeckt. Die Teufenmeterangaben wurden in Bezug auf den Mittelpunkt zwischen Sende- und Empfangsantenne (Systemmitte) aufgezeichnet. Anhang 2 zeigt die Tagesberichte mit den Messprotokollen der Messfahrt.

An jedem Messpunkt wurden die Signale mit dem Antennenarray der Empfangseinheit registriert. Es wurden an jedem Punkt jeweils Einzeldateien aufgezeichnet. Die Registrierung der Signale erfolgte in zwei vordefinierten Zeitfenstern mit unterschiedlichen Verstärkereinstellungen und Stapelraten, um den exponentiellen Energieabfall mit zunehmender Signallaufzeit soweit wie möglich ausgleichen zu können und um damit die Dynamik der registrierten Messdaten zu erhöhen. An jeder Messposition wurden die registrierten Signale mit einem Faktor von bis zu 73 dB verstärkt und jeweils 1024-mal aufgestapelt.

Um aus den registrierten Messsignalen die Einfallsrichtung der Reflexionen zu bestimmen, muss die Ausrichtung der Sonde selbst an jedem Messpunkt bekannt sein. Daher wurde mit einem in der Radarsonde integrierten Lagesensor an jedem Messpunkt der Rollwinkel der Sonde aufgezeichnet. Die tatsächliche Lage von Reflektoren im 3D-Raum wird mit Hilfe der Einfallsrichtung der Reflexionen sowie der Orientierung der Sonde ermittelt.

Eine Drehmessung konnte wegen der relativ großen Sondenmasse, bezogen auf das 250 MHz System, und der dadurch entstehenden hohen Reibung zwischen Bohrlochwand und SONDENGEHÄUSE nicht durchgeführt werden. Die Torsionsbelastung des Schubgestänges würde unter diesen Bedingungen leicht zum Gestängebruch führen.

### 2.4 Qualitätskontrolle

Bereits während der Messung wurden die Messdaten einer umfassenden Qualitätskontrolle unterzogen. Insbesondere wurden die Rollwinkel der Sonde kontrolliert, da sie zwingend für eine Lagebestimmung der Reflektoren benötigt werden. Die Teufenposition der Sonde wurde mit dem Teufenzähler der Winde ermittelt. Zur Qualitätskontrolle wurde die Sonde am Ende der Messung an eine vordefinierte Position an den Anfang des Preventers gefahren und mit den gemessenen Teufenmetern verglichen. Zur Qualitätsüberprüfung erfolgte eine fortlaufende visuelle Sichtung der Messdaten. Bei Bedarf wurde eine Änderung der Verstärkungseinstellungen vorgenommen, um eine hohe Datenqualität sicherzustellen. Die Messdaten wurden in regelmäßigen Abständen auf einem Speichermedium gesichert.

## 3 Messdaten

### 3.1 Datenaufbereitung

Zur Aufbereitung der registrierten Messdaten wurde die Software ReflexW (Sandmeier Scientific Software) verwendet. Die gemessenen Einzeldateien wurden zu Messprofilen kombiniert. Den Datenspuren wurden wesentliche Informationen der Messungen (wie. z B. die Teufenposition) in die Header der Datenspuren übertragen, damit weitere Analysen und Interpretationen der Ergebnisse erfolgen können.

Eine Übersicht über die gemessenen Profile befindet sich in Tabelle 1. Die dargestellten Teufenwerte beziehen sich jeweils auf Systemmitte (Mittelpunkt zwischen Sende- und Empfangsantenne).



Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55210000	GEO	HF	BW	0015	00	

EBrg. 574-3, Feldbericht 3D-Bohrlochradar, 1. Messabschnitt - 50 MHz	Blatt: 7
--	----------

Tabelle 1: Informationen zu den Messprofilen der Messfrequenz 50 MHz

Profil	Anzahl Spuren	Teufe Sondenmitte von	bis	Profil-länge	Spur-increment	Sample-intervall	Aufzeichnungs-länge
ASB	328	18,60 m	182,90 m	164,30 m	0,5024 m	2ns	8500 ns

Die Radardaten wurden durch die folgenden Processingschritte aufbereitet:

- **Korrektur der Verstärkungsstufen**  
Die Messdaten wurden in zwei Zeitfenstern mit unterschiedlichen Verstärkungseinstellungen aufgezeichnet. In der Bearbeitung wurden diese derart korrigiert, dass wahre Amplituden in den jeweiligen Datenspuren wiedergegeben werden. Die Bereitstellung von „wahren“ Amplituden ist erforderlich, um eine Analyse der Dämpfung der elektromagnetischen Wellen im Medium zu ermöglichen.
- **Sortierung der Datenspuren**  
Die Datenspuren der gemessenen Profile wurden derart sortiert, dass für die Erkundungsbohrung ein kontinuierliches Messprofil mit 50 cm Messpunktabstand vorliegt.
- **Koordinatenzuordnung**  
Die Koordinaten der resultierenden Messprofile wurden anhand der Nullkontrolle korrigiert. Dadurch ergibt sich eine leicht abweichende Schrittweite.

### 3.2 Datenübergabe

Die Messdaten wurden dem Auftraggeber digital im ReflexW-Format zur weiteren Verwendung übergeben. Die einzelnen Daten gliedern sich in:

- Dipol-Datei: Endung 00T
- Rahmen1-Datei: Endung 01T
- Rahmen2-Datei: Endung 02T

## 4 Zusammenfassung

Im Auftrag der Asse-GmbH wurden auf der Schachanlage Asse II von der DMT GmbH & Co. KG am 30.8.2016 Messungen mit dem richtungssensitiven 3D-Bohrlochradar in der Erkundungsbohrung EBrG.574-3 durchgeführt. Eingesetzt wurde auf einer Länge von etwa 164 m ein richtungssensitives Bohrlochradarsystem mit der Mittenfrequenz 50 MHz. Ziel der Radarerkundung ist die Bestimmung der räumlichen Lage von Schichtgrenzen und von möglichen lokalen Strukturen oder Anomalien innerhalb des Salzes im Fernbereich der Bohrung. Die gemessenen Daten wurden für die weitere Verwendung durch den Auftraggeber aufbereitet und im Rohdaten-Format an diesen übergeben.



Projekt NNAA	PSP-Element NNNNNNNNNN	Thema NNAAANN	Aufgabe AA	UA AA	Lfd Nr. NNNN	Rev. NN
9A	55210000	GEO	HF	BW	0015	00



EBrg. 574-3, Feldbericht 3D-Bohrlochradar, 1. Messabschnitt - 50 MHz

Blatt: 9

**Anhang 2: Messprotokoll**

# Borehole Radar Recording Sheet



<b>Asse</b>	<b>Ebrg. 574-3</b>	<b>30.08.2016</b>
-------------	--------------------	-------------------

Set of Parameters									
	P1		P2		P3		P4		
Time Window	600	8.500	600	8.500	500	8.500			
Amplification	2/8	11/15	5/11	15/15	5/11	15/15			
Stack	1024	1024	1024	1024	1024	1024			

Progress		Displays				Set	Remarks
File Name	Time	Depth Probe	Probe Angle	Inclination	Weight		
Fix	Dipole	[hh:mm]	[m]	[°]	[kg]	[Pn]	
		08:00					Anlieferung
		09:00					
		12:30					Ankunft Mittagsschicht
		13:45					Seilfahrt
		14:00					vor Ort / Aufbau
		15:00					Test am Boden > OK
		15:15					Sonde eingebaut, Windentest (Schrittweitereinstellung)
		15:30					Abweichung < 2 cm / 2m
		15:30					Sonde einschieben
		16:30					Sonde Eingebaut Verschiedene Einstellungstests
							Sondenspitze am BI Ende, letzte Schubstange steht
							1,21 m heraus > 179,79 m Gestänge eingebaut
							Teufenzähler: 180,53 m bei Startwert 2,95 m
							>> 180,53-2,95 = 177,85 > 179,79 - 177,85 > d = 1,94
							Bezug: Systemmitte
		16:55	182,90			P1	Start der Messung d= 0,5 m Feuchtigkeit
							Parameter häufiger gewechselt, Feuchtigkeitsschwankung
			110,90			P3	Feuchtigkeit weg
			62,00			P3	
		17:43	18,90				Messung Ende
		17:55	4,88				0 Position, entspr. 2,95 > 4,88 - 2,95 > d=1,93
		18:00					Abrüsten
		19:30					Seilfahrt / Nachtschicht vor Ort
		19:45					Seilfahrt Nachtschicht
		20:00					Nachtschicht vor Ort
							Packen
		21:30					Seilfahrt
		22:30					Ankunft Hotel - Nachtschicht

### Summary

Profile P250 (250 MHz)	until
Profile P50 (50 MHz)	until
Stand-by Time	
Hours	
Shifts	
Mobilisation (Technik)	
Demobilisation	

Client's Signature

KQM\_Textblatt\_REV09\_Stand-2016-02-01